

Lernkärtchen für

Pedosphäre,
Teil 1 (Kapitel 1-6)

Prüfungen Herbst 2005

Erstellt durch
Eveline Minder

Gib zwei Definitionen von Pedosphäre.

Als Boden bezeichnet man die äusserste Schicht (wenige Meter) der Erdkruste, in der sich Hydrosphäre, Atmosphäre, Lithosphäre und Biosphäre überschneiden.

Oder

Boden ist ein Umwandlungsprodukt der Lithosphäre, das sich an Ort und Stelle unter dem direkten Einfluss der Atmosphäre, Hydrosphäre und der Biosphäre gebildet hat.

Übrigens: im Boden gibt es immer: Mineralien (Lithosphäre), Wasser (Hydrosphäre), Luft (Atmosphäre), Organismen (Biosphäre).

Zeichne schematisch die Abgrenzung der verschiedenen Sphären.

(siehe Skript S.2)

Welches sind die sog. bodenbildende Faktoren?
Was ergibt sich daraus?

- Gestein
- Klima
- Vegetation
- Relief
- Zeit

Daraus ergeben sich die Bodenhorizonte. Umgekehrt kann auch von den Bodenhorizonten auf die Art der Bodenbildung zurück geschlossen werden.

(?) Was sind Bodengesellschaften?

Typische Bodenmuster in der Landschaft in Abhängigkeit von Relief und Geologie. (? siehe Skript S.2)

Wie verändert sich die Menge an org., anorg. Material und das Porenvolumen mit zunehmender Tiefe im Boden?

Lernkärtchen für Pedosphäre Teil 1, K.1-6
(siehe Abb.1.2. Skript S.3)

Prüfungen Herbst 05

Nenne und beschreibe 4 wichtige Bodenfunktionen.

- 1.Regelungsfunktionen: Speicher-, Filter-, Puffer-, Transformatorfunktionen für Wasser, Nähr-, Schad- und org. Stoffe.
- 2.Lebensraumfunktionen: Grundlage aller terrestrischer Ökosysteme.
- 3.Wirtschaftliche Funktionen: als Produktionsfaktor, Rohstofflieferant, als Siedlungs- und Erholungsfläche, Wirtschafts- und Verkehrsfläche.
- 4.Wissenschaftliche und kulturelle Funktionen: als Archiv von Natur- und Kulturgeschichte. Wichtig für Archäologie und Klimaforschung.

Worin besteht das Problem der Nutzungskonkurrenz?
Inwiefern sind bodenkundliche Kenntnisse nützlich?
Nenne Beispiele.

Einige Nutzungen (z.B. Landwirtschaft, Erholungsgebiete, Schutzgebiete oder Bauland) schliessen sich gegenseitig aus. Wegen Knappheit und „nicht-Vermehrbarkeit“ der Böden -> Konkurrenz.

Dazu kommt: bestimmte Nutzungsformen sind irreversibel, d.h. der Boden kann danach nicht in den Anfangszustand zurückgeführt werden.

Je nach geplanter Nutzung müssen bestimmte Kriterien erfüllt sein, z.B.:

- für Landwirtschaft: Fruchtbarkeit, Ertragsfähigkeit, Ertragsfähigkeit.
- für Siedlungsfläche: Bodenmechanik, Untergrund, Vernässung, Lage.
- für Freizeitanlage: Vernässung, Stabilität, Lage.

D.h.: für nachhaltige Nutzung und optimale Verteilung (d.h. optimale Abstimmung auf Bedürfnisse) sind genaue Kenntnisse und deren Berücksichtigung in der Planung erforderlich.

Zeichne den lithologischen Kreislauf.
Was stellt er dar?

Er stellt die Stellung der Böden im Kreislauf der Lithosphäre dar.

Welche Art von Gesteine gibt es?

- magmatische Gesteine (Magmatite)
- Sedimentgesteine (Sedimentite)
- metamorphe Gesteine (Metamorphite)

Was sind magmatische Gesteine?
Welche Unterteilungen gibt es?
Gib, wo möglich, Beispiele.

Solche, die direkt aus flüssiger Magma entstanden -> durch Abkühlung und Erstarrung.

Unterteilung nach Entstehung: - Tiefengesteine (intrusiv, Plutonite):

langsame Abkühlung, grobkörnig.

- Ergussgesteine (effusiv, Vulkanite): rasche Abkühlung, feinkörnig.

Unterteilung nach elementarer Zusammensetzung:

- saure Gesteine (>65% SiO₂ (Quarz)) Bsp.: Granit, Rhyolith

- intermediäre Gesteine (52-65% SiO₂)

- basische Gesteine (45-52% SiO₂) Bsp.: Gabbro, Basalt

- ultrabasische Gesteine (<45% SiO₂) Bsp.: Peridotit

Wie entstanden Sedimentgesteine?
Wie werden sie eingeteilt? Bsp.?

Entstehung:

- a) als Folge der Verwitterung -> Bodenerosion durch Wasser und Wind und Auswaschung gelöster Stoffe + Transport.
- b) Verfestigung durch Diagenese (Kompaktion und Zementation unter hohen Drücken und Temperaturen).

Einteilung:

- siliziklastische Sedimentgesteine (verfestigt). Bsp.: Sand-, Tonsteine, Konglomerate.
- karbonatische Sedimentgesteine (verfestigt). Bsp.: Kalksteine, Dolomite, Mergelsteine.
- quartäre Gesteine (locker). Bsp.: Löss, Flugsande, Sedimente der Flusstäler und Küsten.

Was ist eine Metamorphose?

Bsp.?

Welche Arten von metamorphen Gesteinen gibt es?

Die Umwandlung eines Gesteins unter erhöhten Temperaturen und Drücken, wobei die ursprüngliche Mineralzusammensetzung stark verändert wird.

Bsp. für Metamorphosen:

Ton -> Tonschiefer -> Glimmerschiefer -> Paragneis

Kalkstein -> Marmor

Peridotit -> Serpentin

Man unterscheidet:

Orthogesteine: aus magmatischen Gesteinen (Granit -> Orthogneis).

Paragesteine: aus Sedimentgesteinen (Quarzit-> Paragneis).

Was sind Mineralien?

Gesteine und Böden bestehen immer aus mehreren Mineralien. Sie sind in sich homogene Festkörper mit genau definierter, in der Regel kristalliner Struktur. (Skript S.14)

Mit eigenen Worten: sie sind die kleinste Einheit – gebildet von einer bestimmten Gruppe von Atomen - welche sich in einem Gestein wiederholt. In einem Gestein können verschiedene Arten solcher „Einheiten“ vorkommen.

Wie werden mineralische Partikel nach der Grösse eingeteilt?

In Feinerde (<2 mm):

- Ton ($<2 \mu\text{m}$)
- Schluff (2-50 μm)
- Sand (50 μm -2 mm)

Und Skelett (>2 mm):

- Kies (0.2 mm-5 cm)
- Steine (5-20 cm)
- Blöcke (>20 cm)

Welche Arten von Mineralien gibt es?
Wie entstehen sie?
Nenne Beispiele.

- Primäre Mineralien:

Entstehen unter erhöhten Drücken und/oder Temperaturen, d.h. aus Metamorphose des Ausgangsgesteins. Sie sind Bestandteile aller magmatischen und vieler metamorphen Gesteinen. Es können grössere Partikel sein.

Bsp.: Quarz, Feldspäte, Glimmer.

- Sekundäre Mineralien:

Entstehen im Zuge der chemischen Verwitterung von primären Mineralien. (unter normalem Druck und Temperatur) Es sind in der Regel sehr kleine Partikel -> kommen v.a. in der Tonfraktion vor.

Bsp.: Tonminerale, Fe-Oxide und Hydroxide und Al-Hydroxide.

Wie sieht die Verteilung von primären und sekundären Mineralien auf die Korngrößenklassen Sand, Schluff und Ton aus?

Lernkärtchen für Pedosphäre Teil 1, K.1-6
(siehe Abb. 2.3., Skript S.15)

Prüfungen Herbst 05

Welches sind die anteilmässig wichtigsten Elemente der Erdkruste?

O -> 47 Gew-%

Si -> 27 Gew-%

Al -> 8 Gew-% der Erdkruste

Fe, Mg, Ca, Na, K -> in geringeren Mengen

Nenne mindestens 4 Gruppen von Mineralien.

- Silikate (mit Si als Hauptbestandteil)
- Oxide (z.B. Fe_2O_3 , FeOOH ; Al_2O_3)
- Carbonate (mit Ca und CO drin)
- Sulfide (mit S drin)
- Sulfate (mit CaSO_4 drin)
- Phosphate (mit PO_4 drin)

Wie sind Silikate aufgebaut?

Grundbaustein ist das Orthosilikat-Anion SiO_4 (Si in der Mitte, 4 O-Atome darum herum). Schichtsilikate enthalten zusätzlich Al, Mg oder Fe(II) in oktaedrischer Koordination mit sechs O Atomen.

(siehe auch Skript S. 16)

Welche Arten von Vernetzung der Si-Tetraeder gibt es?
Nenne je ein Bsp.

Inselsilikate, z.B. Olivine

Kettensilikate, z.B. Pyroxene

Bandsilikate, z.B. Amphibole

Schichtsilikate, z.B. Glimmer

Gerüstsilikate, z.B. Quarz, Feldspäte

Übrigens: von oben nach unten immer weniger verwitterbar.

(siehe auch Skript S.16)

Nenne drei wichtige primäre Silikate und charakterisiere sie kurz.

Quarz (SiO₂): Gerüstsilikat ohne isomorphen Ersatz. Hauptkomponente in Sand- und Schlufffraktionen.

Feldspäte: jede zweite oder vierte Tetraederposition ist mit Al³⁺ statt Si⁴⁺ besetzt (isomorpher Ersatz). Der Ausgleich der negativen Überschussladung erfolgt durch den Einbau von Na⁺, K⁺ oder Ca²⁺ ins Kristallgitter. Diese Kationen werden zu einer wichtigen, natürlichen, langsam nachliefernden Nährstoffquelle in Böden, wenn die Feldspäte mit der Zeit verwittern.

Feldspäte sind Hauptbestandteile in vielen Gesteinen, man findet sie vor allem in Sand und Schlufffraktionen.

Glimmer: 2:1 Schichtsilikate. Jede Elementarschicht besteht aus zwei Tetraederschichten mit einer Oktaederschicht in der Mitte. Der sog. Basisabstand d (die Dicke der Elementarschicht plus einer Zwischenschicht) ist 1 nm. In der Zwischenschicht wird der negative Ladungsüberschuss durch K⁺ Kationen ausgeglichen.

Nenne die Gruppe der wichtigsten sekundären Silikate und worauf deren feinere Einteilung basiert.

Nenne Beispiele.

Es sind die Tonmineralien, welche Schichtmineralien sind und eingeteilt werden nach:

- **Schichtaufbau:** 1:1; 2:1; 2:1:1, mit Si-Tetraeder- /Al-Oktaederschichten.
- **Basisabstand:** Breite der sich wiederholenden Einheit.
- **struktureller Ladung** durch isomorphen Ersatz, welche auch die Quellfähigkeit und die aktive Oberfläche (und somit auch die Kationenaustauschkapazität) beeinflusst.
- **Partikelmorphologie** (z.B. Plättchen oder Röhrrchen).

Beispiele von Tonmineralien: Illite, Vermikulite, Smektite, Kaolinite.

Worin liegt die Bedeutung der organischen Substanz im Boden?

Im Oberboden in Ackerböden sind 1-5, in Waldböden 3-20 und in Moorböden 30-100 Gew-% organische Substanz. Trotzdem kommen darin von den essentiellen Pflanzennährstoffen durchschnittlich

>90% des N,

20-65% des P und

60-95% des S vor.

-> Organische Substanz: extrem wichtige Rolle.

Dazu kommen noch weitere physikalische und chemisch / biologische Funktionen, die die organische Substanz erfüllt - wie z.B. die Bildung von stabilen Bodenaggregate, die Erhöhung der Wasserspeicherkapazität, die dunklere Färbung, welche eine raschere Erwärmung des Bodens ermöglicht; dazu kommt die hohe Kationenaustauschkapazität, die zur Speicherung von Nährstoffkationen beiträgt, das Ermöglichen von Bodenorganismen, die Verminderung der Toxizität von Metallkationen.

Definiere Biomasse, Streustoffe und Humus.

Biomasse: lebende Organismen im Boden (bei den Mikroorganismen ist eine saubere Trennung zur organischen Substanz nicht möglich).

Streustoffe: nicht / schwach umgewandelte Ausgangsstoffe -> sichtbare Gewebestrukturen. Bestehen vorwiegend aus Nicht-Huminstoffen.

Humus: Gesamtheit der toten organischen Substanzen, ausgenommen der Streustoffe. Humus setzt sich zusammen aus Huminstoffen und Nicht-Huminstoffen.

Beschreibe, was Huminstoffe sind und wie sie sich unterteilen lassen.
Was sind Nicht-Huminstoffe?

Huminstoffe: stark umgeformte, dunkle, meist hochmolekulare Produkte des Abbaus der Streustoffe ohne definierte chemische Struktur. -> komplexes Gemisch.

Unterteilung: was nicht löslich ist in Lauge -> Humine
was davon nicht löslich ist in Säure -> Huminsäuren
der Rest -> Fulvosäuren
(siehe Skript S.25)

Nicht-Huminstoffe: alle chemischen Verbindungen mit bekannter Struktur –
z.B. Aminosäuren, Proteine, Zucker, Polysaccharide,...

Wie unterscheidet sich das C/N-Verhältnis der beiden wesentlichen Gewebetypen von Pflanzen? Was hat das zur Folge?

- bei **parenchymatischen** Gewebeteilen, d.h. die lebenden Zellen in grünen Blättern und Zweigen -> viel Cellulose und Proteine. Geringes C/N-Verhältnis und rel. leicht abbaubar.

- bei **verholzten** Gewebeteilen, d.h. Holzteil und Stützgewebe von Stiel und Rinde -> viel Cellulose, Hemicellulose und Lignin. Höheres C/N-Verhältnis und rel. schwer abbaubar.

Welches sind die Phasen im Abbau von Streustoffen und Bildung von Humus?

Was geschieht jeweils?

Absterbephase: Enzyme bewirken hydrolytische Spaltung und Oxidation von Polymeren (z.B. Stärke -> Zucker, Proteine -> Aminosäuren).

Auswaschungsphase: Zellmembranen verlieren ihre Funktion.

Wasserlösliche Ionen, Zucker, Aminosäuren,... werden aus dem Gewebe ausgewaschen. Rasante Vermehrung von Mikroorganismen -> bauen Verbindungen ab.

Zerkleinerungsphase: Primärzersetzer (Regenwürmer, Tausendfüßer, Asseln) zerkleinern und vermischen Streustoffe mit dem Boden.

Sekundärzersetzer (Milben, Pilze, Bakterien) verwerten das Material weiter.

Mikrobielle Phase: Mikroorganismen setzen das Material weiter enzymatisch um. Es kommt zur Mineralisierung (d.h. Abbau zu CO₂, NH₃, H₂O und Mineralstoffen) und Humifizierung (d.h. Umbau zu Huminstoffen).

Ordne 5 Streustoffe und 5 Inhaltsstoffe nach ihrer Abbauresistenz.

Abbauresistenz von Streustoffen (steigend):

Leguminosen -> Kräuter, Gräser -> Laubstreu -> Nadelstreu ->
Zwergstrauchstreu.

Abbauresistenz von Inhaltsstoffen (steigend):

Zucker, Stärke -> Proteine -> Pektine -> Cellulose -> Lignine, Wachse,
Harze.

Inwiefern spielen Huminstoffe eine wichtige Rolle für die Nährstoffspeicherung, die Bioverfügbarkeit und die Mobilität von Spurenelementen?

Indem sie negative Ladungen besitzen, welche durch Carboxyl- und phenolische OH-Gruppen verursacht werden. Diese können kationische Nährstoffe speichern (z.B. Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+}). Sie können aber auch stabile Komplexe mit vielen Metallkationen eingehen (z.B. Fe^{3+} , Al^{3+} , Cu^{2+}).

Die negative Ladung bewirkt auch, dass Huminstoffe in feuchtem Zustand gequollen sein, viel Wasser speichern können und eine extrem grosse Oberflächenspannung besitzen.

Huminstoffe besitzen aber auch hydrophobe Anteile, die eine sehr wichtige Rolle als Sorbent für organische Schadstoffe spielen.

Wovon wird der Umsatz an organischer Substanz beeinflusst?
Was heisst „Umsatz“?

Umsatz heisst Mineralisierung und Humifizierung (siehe Kärtchen 55).

Er wird beeinflusst von:

- der Zusammensetzung der Streustoffe
- der Bodentemperatur
- der Bodenfeuchte
- der Durchlüftung des Bodens
- dem pH-Wert und dem Nährstoffgehalt
- der Aktivität von Bodentieren, Bakterien und Pilzen.

Wann findet eine Anreicherung von organischer Substanz statt?
Wodurch wird das verursacht?

In der Regel nur bei Hemmung der biologischen Aktivität.

Dies kann verursacht sein durch einen oder eine Kombination der folgenden Faktoren:

- schwer abbaubare Streu (z.B. Nadeln, Heidevegetation)
- Nährstoffarmut (z.B. auf Gesteinen)
- tiefer pH (Bodenversauerung)
- Sauerstoffmangel (nasse Böden)
- Kälte (alpine Standorte, Tundra)
- Trockenheit (Steppe im Sommer)

Worüber gibt die Humusform Informationen?

Über den Streuabbau, die biologische Aktivität und die Dynamik der organischen Substanz an einem Standort.

-> Humusform ist charakteristisch für ein Ökosystem.

Beschreibe die terrestrische Humusform „Mull“ und die Standorte, wo sie vorkommt – gib Beispiele.

Mull: unter günstigen Bedingungen -> Streu wird rel. schnell zersetzt -> darunter kommt direkt der Ah-Horizont.

Eigenschaften der Standorte:

- aktive Bodenfauna
- pH: schwach alkal. bis leicht sauer
- C/N-Verhältnis: 7-15
- gute Durchlüftung und Durchwurzelbarkeit

Beispiele: Wiesenböden, nährstoffreiche Laubwaldböden,
Steppenvegetation in kontinentalem Klima.

Beschreibe die terrestrische Humusform „Moder“ und die Standorte mit Beispielen.

Moder: unter der Streuschicht (L) entsteht ein organischer Auflagehorizont (Of). Manchmal auch noch Oh-Horizont. Darunter Ah-Horizont.

Eigenschaften der Standorte:

- weniger aktive Bodenfauna (nur langsame Einmischung der org. Substanz in Mineralboden).
- pH: mässig bis stark versauert.
- C/N-Verhältnis: 15-20

Beispiele: Laub- und Mischwald, unter kühl-feuchten Bedingungen, auf sandigen Böden.

Beschreibe die terrestrische Humusform Rohhumus und die jeweiligen Standorte mit Beispiel.

Rohhumus: 3 Horizonte: - Streuhorizont (L)

- Fermentationshorizont (Of)

- Humifizierungshorizont (Oh)

-> org. Auflage: 5-30 cm.

+ rel. geringmächtiger Ah-Horizont (da kaum wühlende Bodentiere).

Eigenschaften der Standorte:

- kaum Bodenaktivität

- pH: stark sauer (2-4)

- C/N-Verhältnis: 30-40

- organische Säuren, die entstehen und in untere Mineralbodenhorizonte eingewaschen werden, können dort zur Podsolierung führen.

- nährstoffarm + schlecht abbaubare Streu

Beispiel: Fichte, Zwergsträucher.

Beschreibe die 5 Oberbodenhorizonte.

- L** Streuhorizont: ein- oder mehrjährige Streu, d.h. noch kaum abgebaute Pflanzenreste und Gewebeteile.
- Of** Fermentationshorizont: organischer Auflagehorizont aus stark zerkleinerten bis zersetzten Geweberückständen, Kot von Bodentieren und humifizierter org. Substanz. Ist oft von Pilzhyphen durchsetzt und hat einen modrigen Geruch (Hinweis: trotz des Namens findet hier keine anaerobe Fermentation statt).
- Oh** Humifizierungshorizont: org. Auflagehorizont aus vollständig humifizierter, braun-schwarzer org. Substanz. Gewebestrukturen nicht mehr erkennbar.
- Ah** Oberster Mineralbodenhorizont: mit Humus angereichert und dunkler gefärbt als der Unterboden. Je stärker die Aktivität von wühlenden Bodentieren ist, desto mächtiger ist i.d.R. der Ah Horizont.
- H** Organischer Torf-Horizont: >30 cm, gebildet unter ganzjähriger Wassersättigung (gehört zu den subhydrischen Humusformen).

Wie bezeichnet man die Gesamtheit der im Boden lebenden Organismen?

Was wird dabei umfasst?

Als „Edaphon“.

Es umfasst: Bodenflora: Bakterien, welche häufig sind bei viel frischer Streu
Pilze, welche bei tiefem pH häufiger vorkommen
Algen
unterirdische Pflanzenorgane
Bodenfauna: Protozoen, Nematoden, Mollusken, Arthropoden,
Anneliden.

Beschreibe die verschiedenen Funktionen, welche die Organismen im Stoffkreislauf haben. D.h. welche Gruppen von Organismen gibt es?

Produzenten: Pflanzen und autotrophe Organismen, welche aus der Photosynthese Kohlenhydrate und durch deren Veratmung Energie gewinnen. Das org. Material gelangt nach deren Absterben als Streu auf bzw. in den Boden. Sie nehmen alle essentiellen Nährelemente aus dem Boden auf.

Konsumenten: Tiere der Makrofauna, die Teile der org. Streu fressen. Hinterlassen zerkleinertes Pflanzenmaterial und Kot. Gewinnen Energie und Baustoffe aus dem Abbau von org. Substanzen.

Primärzersetzer: bauen frische Streu ab.

Sekundärzersetzer: bauen teilweise abgebautes Material ab.

Destruenten: Mikroorganismen (Pilze, Bakterien), die das org. Material weiter zersetzen und z.T. in anorganische Bestandteile(CO₂, H₂O, Mineralstoffe) mineralisieren. Gewinnen Energie und Baustoffe aus dem Abbau von org. Substanzen. Dabei gelangen essentielle Nährelemente wieder in pflanzenverfügbarer Form in den Boden und können wieder von den Produzenten genutzt werden (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn,...).

Zeichne schematisch den C-Kreislauf im Boden.

Lernkärtchen für Pedosphäre Teil 1, K.1-6
(siehe Skript S. 34)

Prüfungen Herbst 05

Welches sind bodenbildende Faktoren?
Was beeinflussen sie?

Ausgangsgestein: beeinflusst Körnung und Mineralzusammensetzung des Bodens und somit die Verwitterbarkeit und die Gründigkeit, sowie den Wasser- und Nährstoffhaushalt des Bodens.

Klima: beeinflusst physikalische und chemische Verwitterung, Auswaschung von Salzen, Verlagerung von kolloidalen Stoffen im Bodenprofil, sowie Durchmischungsprozesse (z.B. Kryoturbation durch Frost). Makroklima: z.B. Eisbedeckung. Mikroklima: z.B. schattig/sonnig in Abhängigkeit vom Relief.

Organismen: wegen CO₂- und org. Säureausscheidung -> Beeinflussung von Kalkauflösung und Mineralverwitterung. Bioturbation (Bodendurchmischung) -> wichtige Rolle bei Abbau und Umwandlung von org. Substanz im Boden.

Relief: beeinflusst Mikroklima, Wasserhaushalt, Bodenerosion und indirekt auch Vegetation -> dadurch auch Bodenbildung.

Zeit: Bodenmuster ist Resultat der Klimageschichte und von geomorphol. Entwicklungen (Erosion, Sedimentation). In der CH rel. junge Böden.

Was sind bodenbildende Prozesse?

Welche Kategorien gibt es? Nenne je ein Beispiel.

Chemische, physikalische und biologische Prozesse, die zu charakteristischen, oft irreversiblen Veränderungen des Bodens führen.

- Kategorien:
- Verwitterung (physikalische und chemische, Verbraunung, Verlehmung)
 - Umwandlung (Humusbildung, Gefügebildung)
 - Verlagerung (Tonverlagerung, Podsolierung)
 - Anreicherung (Carbonatisierung, Salzanreicherung)
 - Redoximorphose (Vergleyung, Pseudovergleyung)
 - Turbation (Bioturbation, Kryoturbation, Peloturbation).

Was versteht man unter physikalischer Verwitterung?
Wodurch kann sie geschehen?

Man meint die mechanische Zerkleinerung des Ausgangsgesteins. Dadurch erhöht sich die Porosität und die spezifische Oberfläche des Gesteins, was die weitere chemische Verwitterung von Mineralien begünstigt (welche sehr unterschiedlich sein kann, je nach Spaltbarkeit, Härte und Wärmekapazität des Gesteins).

- Geschieht durch:
- Tektonik / Druckentlastung -> Risse
 - Temperatursprengung -> Risse
 - Frostsprengung
 - Salzsprengung -> wenn Salze auskristallisieren
 - Hydratation -> Quellung von Ton- oder Salzsteinen
 - Abrasion -> gegenseitiger Abrieb (v.A. in den Bergen).

Was versteht man unter chemischer Verwitterung?
Erkläre kurz die 4 verschiedenen Prozesse.

Man meint das Angreifen der Mineraloberflächen durch das Wasser und darin gelöste Protonen.

Einige Lösungsprodukte werden ausgewaschen, einige bilden sekundäre Minerale.

- **Hydratation und Auflösung:** leicht lösliche Salze (NaCl, KCl, MgCl₂) und Gips (CaSO₄*2H₂O) werden aufgelöst und ausgewaschen.

- **Hydrolyse** -> wenn Reaktion mit H⁺ oder OH⁻ und **Protolyse** -> wenn Reaktion mit H⁺; führt bei Carbonaten zur Kalkauflösung, bei Silikaten zur Bildung von sekundären Mineralien.

- **Oxidative Mineralverwitterung:** Die Oxidation von Fe, Mn oder S in Mineralstrukturen führt zur Destabilisierung und Verwitterung.

Bsp.: $2\text{Fe}_2\text{SiO}_4 + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{FeOOH} + 2\text{H}_4\text{SiO}_4$ (-> Verbraunung)
(Olivin) (Goethit)

- **Komplexierung:** Mikroorg. und Wurzeln scheiden org. Säuren aus (Oxal-, Wein-, und Zitronensäure). Diese führen zur Auflösung von Mineralien durch Komplexierung von Al, Fe, und Mn durch die org. Liganden.

Welche Eigenschaften bestimmen die Verwitterbarkeit von Mineralien?

- **Wasserlöslichkeit** (leicht lösliche Salze > Gips > Calcit > Dolomit)
- **Struktur** (z.B. Silikate: abnehmend in Richtung Insel > Ketten > Band > Schicht > Gerüstsilikate)
 - > Basische Gesteine > saure Gesteine (mehr Quarz und Muskovit)
- **Oxidierbarkeit** (z.B. verwittern Fe(II)-reiche Gesteine schneller als Fe(II)-arme, da Fe(II) zu Fe(III) oxidiert und damit die Kristallstruktur destabilisiert).

Was versteht man unter Verbraunung?

Was versteht man unter Verlehmung?

Verbraunung:

die Braunfärbung des Bodens wegen Freisetzung von Fe(III)-Oxiden und Hydroxiden.

-> oft verbunden mit:

Verlehmung:

Durch Verwitterung von primären Silikaten in Sand und Schlufffraktion entstehen sekundäre Tonminerale -> Anstieg im Tongehalt.

Was versteht man unter Tonverlagerung (Lessivierung)?

Die Abwärtsverlagerung von Partikeln der Tonfraktion in kolloidalem Zustand (d.h. im Wasser dispergierte Partikel) -> es entsteht ein lessivierter Al-Horizont, der an Ton verarmt ist und darunter ein Unterbodenhorizont Bt, der an Ton angereichert ist.

Was versteht man unter Podsolierung?
Wo findet man sie und wie äussert sie sich?

Die Abwärtsverlagerung von gelösten organischen Substanzen, zusammen mit komplexiertem Al und Fe und deren Anreicherung im Unterboden.

Auf gut durchlässigen, sauren, sandigen, quarzreichen Böden unter kühl-feuchtem Klima (Nadelwälder oder Heidevegetation).

Es bildet sich saurer Moder /Rohhumus.

Org. Säuren werden in Mineralboden ausgewaschen und komplexieren Fe und Al -> führt zu einer Bleichung (Ae-Horizont direkt unter Ah-Horizont).

Unter der Bleichung -> schwärzlicher Bh-Horizont , Anreicherung von org.Sustanzen (Bsh).

weiter unten -> rötlichbrauner Bs-Horizont, Anreicherung von Fe/Al Oxiden (Bs) (siehe auch Skript S. 54).

Was versteht man unter Vergleyung und Pseugovergleyung?

Vergleyung:

Böden mit **Grundwasservernässung** -> Fe und Mn werden unter Grundwasserspiegel zu Fe^{2+} und Mn^{2+} reduziert (Gr-Horizont). -> diese Ionen wandern nach oben, wo teilweise Luft ist, werden oxidiert und fallen als Fe /Mn-Oxide aus (Go-Horizont -> Rostfleckung, Konkretionen, d.h. schwarze Flecken) Horizontabfolge: Ah-Go-Gr

Pseudovergleyung:

Böden mit **Stauwasservernässung** -> Fe und Mn werden im oberen Unterboden (Sw-Horizont) an Porenwänden und Aggregationsoberflächen reduziert, weil sich das Wasser zuerst in den oberen Grobporen sammelt. Wegen Diffusion gelangen sie ins Innere der Aggregate, wo Restsauerstoff ist -> Oxidation. Der untere Unterboden (Sd-Horizont) ist dicht (lehmig bis tonige Schicht) und hat eine geringe Wasserleitfähigkeit (-> Grund für Wasserstau oben). Horizontabfolge: Ah-Sw-Sd-C

Was ist der Unterschied zwischen Grundwasservernässung und Stauwasservernässung?

Bei der **Grundwasservernässung** sind die Oberflächen der Makroporen angereichert mit Fe/Mn Hydroxiden (oxidiert) und das Innere der Aggregate verarmt an Fe/Mn Hydroxiden (reduziert).

Bei **Stauwasservernässung** ist es genau umgekehrt.

(Siehe auch Skript S. 56)

Woraus bestehen Carbonatgesteine?

Welches ist der wichtigste bodenbildender Prozess?

Was geschieht dabei?

- zu 75% aus CaCO_3 (Kalkgesteine) oder $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (Dolomite) Rest-> feine silikatische Bestandteile (Tonminerale und Fe Oxide).

- Auflösung der Carbonate -> Lösungsprodukte (Ca^{2+} , Mg^{2+} und HCO_3^-) werden ausgewaschen.

Übrig bleiben silikatische Bestandteile -> tonig-lehmige Feinerde.
mit Pflanzen: Anreicherung von Humus.

Sobald Bodenorganismen -> wegen Atmung CO_2 -> mit Wasser zu H_2CO_3 (Kohlensäure), d.h. Protonen -> Begünstigung der Carbonatauflösung.

Das Ganze braucht sehr viel Zeit: mehrere tausend Jahre für z.B. aus ca. 2 m Gestein 20 cm kalkfreien Oberboden zu machen (bei 5% silikatischen Bestandteilen).

Wie sieht die Bodenentwicklung auf festem Kalkgestein aus?
Beschreibe die verschiedenen Bodentypen und die jeweiligen Übergänge
stichwortartig.

Bodenentwicklung auf festem Kalkgestein:

Kalkgestein

phys. Verwitterung, erste Pflanzen, Kalkauflösung im Oberboden.

Syrosem (Rohboden mit dünnem A Horizont über festem Ausgangsgestein)
(Ai/cmC)

weitere Kalkauflösung, Humusakkumulation im Oberboden, Krümelstruktur im Ah Horizont.

Rendzina (gut ausgebildeter, humoser Ah-Horizont)
(Ah/Cmc)

Fortschreitende Entkalkung im Unterboden.
Tonreicher Unterbodenhorizont (T).

Terra Fusca (sehr alter Boden mit vollst. entkalkter Unterbodenhor. (T)).
(Ah/T/cmC)

Was sind silikatische Gesteine?

Das sind kalkfreie, magmatische oder metamorphe Gesteine. Es gibt dabei **saure** (enthalten Quarz, Muskovit, Biotit) und **basische** (enthalten Pyroxene und Plagioklase) Gesteine.

Wie verläuft die Bodenbildung auf silikatischem Festgestein?

(siehe Skript S.62)

Bodenentwicklung auf kalkfreiem, silikatischem Festgestein:

Silikatisches Festgestein

Syrosem

Ranker

saure Braunerde (dystroph)

basenreiche/
schwach saure Braunerde (eutroph)

Podsol

Was ist der Unterschied in den Bodenbildungsprozessen auf Lockergestein zu denen auf Festgestein?

Prozess an sich ist ähnlich wie bei Festgestein, verläuft jedoch bedeutend schneller, weil von Anfang an Porosität und grosse spezifische Oberfläche vorhanden sind.

-> schnellere chem. Verwitterung, schnellere Erschliessung durch Pflanzenwurzeln, höhere Wasser- und Nährstoffspeicherkapazität.

-> Vegetation trägt wiederum zu schnelleren Bodenbildung bei (CO₂-Ausscheidung, Bodenauflockerung, Ansiedlung von Bodentieren und Mikroorganismen, Humusbildung).

Wie sieht die Bodenentwicklung bei silikatischem und bei carbonathaltigem Lockergestein aus?

Lernkärtchen für Pedosphäre Teil 1, K.1-6
(siehe Skript S.64-67)

Prüfungen Herbst 05

Wie verläuft die Bodenentwicklung von Böden aus Tonen und Tonmergeln?
Welches sind die bodenbildende Prozesse?
Welche Eigenschaften folgen daraus?

(siehe Skript S. 67)

Aus Syrosem / Lockergestein

Ranker / Pararendzina

Pelosol (- sehr Tonreiche Böden (>45%))

- entstanden durch starkes Quellen und Schrumpfen

- keine starke Horizontierung (wegen Peloturbation (siehe unten)))

Prozesse: Peloturbation (Mischen von Bodenmaterial durch Schrumpfen und Quellen -> wenn wechselfeuchtes Klima (Skript S.57)), Strukturbildung im Unterboden (?).

Eigenschaften: - bei Trockenheit: Schrumpfrisse

- bei Nässe: Aufquellen, oft Sauerstoffmangel

- hohe Wasserspeicherfähigkeit, auch viel Totwasser (-> nicht Pflanzenverfügbar).

Welche 2 Arten von Bodenklassifikationssysteme gibt es und worin unterscheiden sie sich?

Die sog. **bodengenetischen** und die **quantitativ definierten** Klassifikationssysteme.

Die ersten (in Deutschland und der Schweiz gebraucht) beruhen auf qualitativen Merkmalen, je nach abgelaufenen Prozessen. Zuordnung zu „typischen“ Bodentypen.

Die zweiten (z.B. in den USA gebraucht) basieren auf quantitativ definierten, diagnostischen Eigenschaften.

-> sind international einsetzbar

-> sind weniger subjektiv

Die Bodenkundliche Kartierung KA4.

(in fast allen deutschsprachigen Lehrbüchern)

- 4 Abteilungen:** - terrestrische Böden (ohne Grundwass.näss. <40 cm Tiefe)
- semiterrestrische Böden (mit Grundwassernässung)
 - Moore (mit > 30 cm Torfhorizont)
 - semisubhydrische /subhydrische Böden
(regelmässige Überschwemmung)

Klassen (z.B. Klasse der Ah/C- Böden)

Bodentypen (z.B. Syrosem, Ranker, Rendzina,...(siehe auch Skript S.73))

Subtypen

Der Bodenbestimmungsschlüssel der BGS (Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz).

8 Klassen -> Kriterium ist der Wasserhaushalt (1. Ziffer im Code)

5 Klassen -> nach Art der festen Bodensubstanz (2. Ziffer)

Bodentypen -> nach: - chemisch-, mineralogischer Zusammensetzung
(3. Ziffer)
- Zusammensetzung des Sickerwassers (4. Ziffer)

=> 4-Stellige Code-Nummer für jeden Bodentyp.

USDA Soil Taxonomy.

4 Kategorien:

Beispiel:

12 Soil Orders

Mollisol (lockerer, humoser Oberboden (Molli))

Suborders

Aquoll (Mollisol mit Stau- oder Grundwasser-
einfluss (Aqu))

Great Soil Groups

Argiaquoll (Aquoll mit einem Tonanreicherungs-
horizont (Argi))

Subgroups

Arenic Argiaquoll (Argiaquoll mit sandiger Textur
(arenic) über Tonanreicherungshorizont)

World Reference Base for Soil Resources (WRB).

30 Reference Soil Groups (Bsp.: Cambisol, Böden mit
Verbraunungshorizont)

-> davon ist jede in **9-30 Bodentypen** aufgeteilt.

(Bsp.: Gelic Cambisol,
Leptic Cambisol)

(Namen werden einfach hintereinander geschrieben. Zu hinterst die
größere Einteilung).